TITULO DEL LIBRO: ACTUALIZACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS NATURALES Y LAS MATEMÁTICAS. Cooperativa Editorial Magisterio (2002)

CAPITULO 5

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES

ÁLVARO GARCÍA MARTÍNEZ, RODRIGO DEVIA ARBELÁEZ Y SANDRA DÍAZ-GRANADOS CIFUENTES
Grupo de Investigación en Didáctica de la Química, DIDAQUIM
Facultad de Ciencias y Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, Colombia

INTRODUCCIÓN

La educación en ciencias naturales durante muchos años ha generado gran interés, en razón de su gran potencial para desarrollar ciudadanos cada vez mejor preparados para enfrentarse a una sociedad cambiante tanto en avances científicos y tecnológicos, como culturales, sociales e inclusive de carácter humanístico. Es así como a partir de los años ’50, por circunstancias de tipo político y económico, se comienzan a desarrollar reformas curriculares a nivel mundial que buscan la renovación de la enseñanza de las ciencias naturales, desencadenándose gran número de proyectos de investigación con dicho fin. Los resultados de estas investigaciones e innovaciones curriculares, desarrolladas desde diversos referentes teóricos y metodológicos, han generado grandes líneas de investigación en un campo del conocimiento que día a día se consolida en lo que hoy se conoce como la didáctica de las ciencias. Una de las primeras líneas de investigación que desde entonces, y aún hoy, se continúa analizando, es el estudio de las actividades que se desarrollan en las aulas de ciencias y que se han venido llamando trabajos prácticos, los cuales son el tema central de este capítulo.

Gran número de investigaciones realizadas durante cinco décadas se han centrado en optimizar y recuperar el carácter experimental, ya que, bajo la perspectiva de ciertos modelos tradicionales, este estaba mal empleado, subutilizado e incluso olvidado. Esto último es algo que, a pesar del mismo origen de las ciencias naturales, se da con cierta frecuencia (con menor frecuencia desde hace unos diez años) en las instituciones escolares

de educación secundaria: la ausencia de laboratorios para el desarrollo de las clases de ciencias. En otros casos en donde se cuenta con dichos espacios, se presenta desconocimiento y olvido, por parte del profesorado de ciencias, de las operaciones básicas de laboratorio, del material y del manejo de los reactivos que se emplean cotidianamente en una clase de ciencias (García, 2000).

Así pues, se plantea la necesidad de realizar una revisión de las principales perspectivas de esta línea de investigación, precisando algunos términos que se emplean al referirse a los trabajos prácticos, su clasificación y los tipos que pueden darse, así como su relación con la teoría y con el desarrollo de los ejercicios de aplicación. Se presenta finalmente una propuesta para el desarrollo de aquellos, con una visión alternativa que unifica la teoría y la resolución de ejercicios de aplicación en actividades de aula bajo una perspectiva sistémica.

PERSPECTIVAS HISTÓRICAS. ORÍGENES, EVOLUCIÓN Y SITUACIONES PROBLEMÁTICAS DE ACTUALIDAD

A partir del siglo XIII, se comienza a dar bastante relevancia a la observación y a la experiencia activa; algunos de los personajes que realizan este énfasis son Roger Bacon (1214-1292), J.D. Escoto (1265-1308) y G. Occam (1280-1349). Lo anterior no significa que antes de este período no hubiera quien tuviera en cuenta la experiencia, sino que estos científicos la tomaban como base de su trabajo.

A pesar de ser Galileo y Torricelli los llamados “creadores” del método experimental, es a Francis Bacon (1561-1626) a quien se le conoce más por sus aportes en torno a la organización y estructuración del método inductivo para el desarrollo del proceso científico, basado en la observación. Sin embargo, Galileo Galilei (1564-1642) hace uso del experimento como elemento básico de su investigación, utilizando instrumentos de medición y la matemática para cuantificar los resultados obtenidos.

Es René Descartes (1596-1650) quien propone el método hipotético-deductivo, que tiene en cuenta la experimentación como parte del proceso de investigación. Pero es con Newton (1642-1727) en donde se plantea una íntima relación entre la teoría -organizada mediante principios- y la práctica, ya que él asume la experimentación como la base de la veracidad de dichos principios. Newton plantea los métodos del análisis-síntesis y axiomático (hipotético-deductivo).

De aquí en adelante se ha planteado la necesidad inminente de realizar una comprobación experimental de los argumentos teóricos, llegándose a considerar la experimentación como elemento de juicio de la teoría. Sin embargo, es importante mencionar que, en la actualidad, el proceso de investigación científica es mucho más complejo que una simple relación entre teoría y práctica, y que, por el contrario, entran en juego una serie de factores sociales, culturales y humanos.

Analizando la situación desde una perspectiva educativa, hace casi trescientos años que John Locke propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajo práctico en su educación; a finales del siglo XIX, este ya formaba parte integral del currículo de ciencias en algunos países. Sin embargo, esta creencia en el trabajo práctico también tuvo sus críticas, y en 1892 se recogen testimonios de ellas: "Hace unos pocos años se urgía a los profesores a adoptar los métodos de laboratorio para ilustrar los libros de texto; ahora parece tan necesario urgirlos a utilizar el libro de texto para hacer entendible el caótico trabajo de laboratorio" (Miguens y Garret, 1991).

El valor del trabajo práctico fue divulgado desde hace más de cien años, pero nunca se tomó en cuenta, hasta que a principios del siglo XX las prácticas jugaron un papel de apoyo en la educación, siendo empleadas en este momento para confirmar la teoría ya enseñada. De esta manera, el trabajo práctico central en la investigación conduciría al entendimiento de la teoría, retomándose así la concepción propia del siglo XVIII.

De esta manera, a finales del siglo XIX y comienzos del XX, lo usual era la realización de demostraciones prácticas por parte del profesor, haciendo uso del material con el que se contaba y cuya finalidad consistía generalmente en comprobar alguna ley o principio; es decir que el trabajo experimental se asumía como experiencias de cátedra realizadas únicamente por el profesor.

Entre las dos guerras mundiales, el trabajo práctico y su validez fueron fuertemente cuestionados (Miguens y Garret, 1991), y a finales de los años '50 y principios de los '60 se dedujo que la causa principal de los fracasos de los estudiantes en el aprendizaje de conocimientos, se debía fundamentalmente a una excesiva preocupación de los profesores por transmitir gran cantidad de información científica, que en la mayoría de los casos no coincide con los intereses y necesidades de los estudiantes. Partiendo de esta premisa, se decidió hacer partícipe al estudiante del trabajo realizado en el laboratorio, con el fin de lograr que aquel tuviera la capacidad de reconocer las técnicas científicas. Así pues, se puso de manifiesto cómo la enseñanza de las ciencias se centraba casi exclusivamente en los aspectos puramente de contenidos, y aunque ya existían propuestas que buscaban aproximar el aprendizaje de la ciencia a las características del trabajo científico, fue precisamente en esta época cuando se produjo el surgimiento de proyectos educativos en donde todos los esfuerzos estaban dirigidos a la superación de una enseñanza basada en la simple transmisión verbal de conocimientos, con una gran ausencia de los trabajos prácticos, para poner énfasis en el aprendizaje de la metodología científica, que pasó a ser el objetivo prioritario en la enseñanza de la ciencia (Hodson, 1994). La meta principal era buscar que los estudiantes descubrieran conceptos y principios que fueran hallados con el apoyo del profesor como una guía, una fuente y un medio para aprender a descubrir.

El método científico se convirtió así en una referencia obligada de cualquier intento de renovación de la enseñanza de las ciencias durante más de veinte años. Bajo este prejuicio se hizo un gran esfuerzo en el mundo anglosajón, que se tradujo en la elaboración (años '60 y '70) de una gran cantidad de proyectos, tales como Nuffield, PSSC (Physical Science Study Committee) y otros (Payá, 1990), que realizaron una fuerte promoción de un estilo de

enseñanza que suponía que el trabajo práctico realizado por los estudiantes les conduciría a los fundamentos conceptuales (Barberà y Valdés, 1996).

Algunas situaciones problemáticas en torno a los trabajos prácticos

En este marco de referencia, los trabajos prácticos pasan a ocupar un lugar fundamental, ya que el trabajo de laboratorio fue tomado como la única forma de familiarizar a los estudiantes con la metodología científica.

Sin embargo, algunas investigaciones sobre el conocimiento de los estudiantes acerca de la naturaleza de la investigación científica, evidenciaron algunas situaciones como el carácter contraproducente del trabajo práctico individual, el cual da lugar a una comprensión incoherente y distorsionada de la metodología científica. Estos problemas son la herencia de métodos de aprendizaje enfocados en el descubrimiento e introducidos con gran fuerza en el período de su surgimiento (años '60). El resultado fue asumir que el mejor modo de aprender ciencia es mediante actividades basadas en un modelo de actividad científica. Los cursos Nuffield y sus homólogos agravaron los problemas en la educación al mezclar los puntos de vista progresistas centrados en el estudiante, que ponían énfasis en la experiencia directa y en el aprendizaje mediante la investigación y el descubrimiento, con anticuadas ideas inductivistas sobre la naturaleza de la investigación científica (Hodson, 1994).

Ni la transmisión verbal ni el descubrimiento inductivo y autónomo reflejan las características del trabajo científico, pues generan una visión simplista y limitada de este y de la ciencia como tal, impregnada de concepciones empiristas. Las repercusiones en el trabajo práctico son importantes, aunque dichas concepciones empiristas desvirtúen este, y por lo tanto no reflejen las características de la metodología científica (Payá, 1990).

Es necesario plantear la familiarización de la metodología científica como un objeto explícito pero no autónomo, sino íntimamente ligado a la adquisición significativa de conocimientos. No se trata de objetivos diferentes, la metodología científica se encuentra orientada por unos referentes teóricos que le permiten ser estructurada coherentemente.

La imaginación y la creatividad juegan un papel importante en el diseño experimental para el contraste de las hipótesis, pero suelen estar ausentes en las prácticas de laboratorio. Una de las consecuencias para la enseñanza sería la necesidad de evitar que los estudiantes saquen la falsa impresión de que basta con los resultados de un único experimento bien realizado que contradigan una hipótesis o una teoría científica para que esta sea inmediatamente abandonada (Hodson, 1994) y no se permitan participar con todo su empeño en las prácticas de laboratorio. De igual manera debe enfatizarse la naturaleza, la función y la necesidad de plantear hipótesis como orientadoras de los trabajos de laboratorio, las cuales deben estar bien fundamentadas teóricamente. Asimismo, las hipótesis se deben diferenciar de las simples suposiciones apriorísticas y sin ningún referente teórico que las soporte.

Los descubrimientos científicos no se pueden producir por simple acumulación de datos empíricos, porque los datos en sí no tienen ningún sentido si no son interpretados de

acuerdo con un sistema de pensamiento que les confiera un significado u otro. El tratamiento más ingenuo de las prácticas supone que el conocimiento científico no es problemático y expuesto al descubrimiento a través de observaciones imparciales y de la correcta aplicación del método científico.

El procedimiento por descubrimiento parece caer en la trampa inductivista de considerar la observación como objetivo y punto de partida del método científico. Sin embargo, estas ideas se refutan desde la reciente filosofía de la ciencia, en donde se tiene en cuenta la observación cargada de teoría y se afirma que no hay un método unificado. Los científicos no se mueven necesariamente por medio de pasos secuenciales que guíen su práctica científica (Miguens y Garret, 1991).

De hecho, aún en la actualidad, la mayoría de los trabajos prácticos se limitan a simples ejercicios en donde los estudiantes realizan alguna actividad o manipulación de equipos guiados por instrucciones precisas. Esta clase de trabajos está conduciendo a los estudiantes a un seguimiento mecánico de pasos, sin que ningún pensamiento crítico sea aplicado; en consecuencia, lo que se comprende es mínimo. La actividad concebida de esta manera es una limitante en la enseñanza de las ciencias.

Y es que para superar el inductivismo no es suficiente con modificar los trabajos prácticos. Sería preciso extender el planteamiento de la enseñanza de las ciencias como investigación a todo el proceso de construcción de conocimientos (Gil-Pérez et al., 1991). Es importante tomar como aporte el hecho de que al conocimiento científico no se llega aplicando un procedimiento inductivo a partir de datos recogidos con anterioridad, sino más bien mediante un proceso que incluya las hipótesis y aborde un problema en estudio por medio de investigaciones que permitan familiarizar al estudiante con el trabajo científico, involucrándolo de lleno en el mismo.

Muchas de las dificultades que se han discutido se han dado debido a la manera irreflexiva en que los diseñadores de currículo y los profesores de ciencias hacen uso del trabajo práctico, ya que se tienden a realizar los experimentos después de la teoría y los estudiantes se limitan a seguir instrucciones. Los experimentos no se diseñan adecuadamente, ya que en primera instancia el criterio de selección se basa en los contenidos temáticos y no en los conceptos estructurantes que se desean enseñar; se realizan luego de la teoría, como elemento comprobatorio de esta; no se permite la participación de los estudiantes en su diseño; no se cuestiona al estudiante sobre por qué realizar cierta actividad y no otra; se le proporcionan tantas indicaciones al estudiante que no se le permite pensar, indicándosele cantidad de reactivo, recipiente a usar, procedimiento que se debe seguir, qué tiene que suceder, cuando va a suceder, qué hacer si ese "algo" no sucede, qué se debe anotar, cuándo hacerlo... Se genera una dependencia total del manual y una falta de actitud crítica que daría la impresión de que cualquier persona puede seguir y desarrollar un recetario.

En la actualidad la situación es similar, quizá porque no se ha encontrado solución a estos problemas en los últimos años. Esta es la razón principal por la cual, a pesar de seguir siendo reconocido el trabajo práctico como una componente crítica de la educación científica, se haya ido perdiendo progresivamente la confianza en este como medio

efectivo para aprender ciencias (Barberà y Valdés, 1996). Al fin y al cabo, el trabajo práctico, tal y como se realiza en la actualidad, plantea demasiadas barreras que dificultan el aprendizaje.

Estas interferencias hacen que los estudiantes adopten una serie de actitudes frente a las prácticas de laboratorio, ya sea por "sobrecarga de información" o por falta de motivación y orientación del profesor:

1. Adoptan un "enfoque de receta", siguiendo simplemente las instrucciones paso a paso.
2. Se concentran en un único aspecto del experimento, con la virtual exclusión del resto.
3. Muestran un comportamiento aleatorio que les hace "estar ocupados sin tener nada que hacer".
4. Miran a su alrededor para copiar lo que están haciendo los demás.
5. Se convierten en ayudantes de un grupo organizado y dirigido por otros compañeros.

Finalmente, podríamos concluir que los objetivos de las actividades prácticas en el currículo son diferentes en función del modelo de enseñanza de las ciencias donde se integren. Así, en el modelo de transmisión-recepción, el tiempo dedicado a las prácticas es reducido; su objetivo principal es ejemplificar la teoría. En el modelo de enseñanza por descubrimiento se aumenta la presencia del trabajo práctico y su objetivo es aprender ciencias "haciendo ciencia".

UNA DISTINCIÓN CONCEPTUAL NECESARIA

Con el ánimo de generar una mayor comprensión de la propuesta que se pretende hacer al final de este capítulo, hemos considerado necesario hacer una distinción terminológica y conceptual de algunas palabras que con regularidad se emplean en los libros de texto, artículos, manuales de laboratorio, y aun en el mismo lenguaje de los profesores, al momento de referirse a ciertas actividades que se desarrollan en la enseñanza de las ciencias. Para esto se han seleccionado términos clave como experimento, experiencia, trabajo práctico, trabajo experimental, prácticas de laboratorio, de tal forma que nos permitan llegar a establecer una idea clara de los mismos al momento de usarlos.
Para Miguens y Garrett (1991) las expresiones trabajo práctico (TP), actividades prácticas, trabajo de laboratorio o prácticas, se utilizan para denominar el trabajo realizado por los estudiantes en la clase o en actividades de campo que pueden o no involucrar un cierto grado de interacción del profesor; se incluyen demostraciones, auténticos experimentos exploratorios, experiencias prácticas (experimentos normales de la escuela) e investigaciones (proyectos que encierran un número de actividades).

Para muchos autores que han escrito o realizado investigaciones en este campo, estos términos son usados sin distinción alguna, dando a entender que se asumen bajo el mismo significado, aunque estén tomados en otro contexto cultural y con expresiones diferentes; un ejemplo de esta situación se puede ver en Llorens y Moreno (1993), Gil-Pérez y Valdés (1995, 1996), Insausti (1997), Pedrajas y Velasco (1997), Quintanilla e Izquierdo (1997), García et al. (1998). En estos escritos, los trabajos prácticos, los trabajos prácticos de

laboratorio, los trabajos experimentales, las actividades experimentales y las actividades de laboratorio son lo mismo, compartiendo la idea antes descrita. Por otro lado, autores como Carrascosa, Gil-Pérez y Payá (1993) hacen una diferenciación entre estos términos; para ellos, los trabajos prácticos son tomados de forma más general, incluyendo los trabajos de laboratorio, prácticas de campo y cualquier otra forma de relación con la cotidianeidad y el trabajo científico.

De Jong (1998) señala una relación directa y sin distinción entre conceptos como trabajo práctico, trabajo de laboratorio, procesos de experimentación y experimento. Se observa que muchos otros autores no diferencian en sus escritos cada uno de estos términos, bien porque no les sea de interés, bien porque no lo consideran necesario o porque no tienen claridad sobre ello. De todas formas, consideramos que es importante tener claras las características de cada uno de estos términos con el ánimo de conocer sus implicaciones y de potenciar en general los trabajos prácticos y el aprendizaje de las ciencias.

Hodson (1994) muestra la anterior situación problemática de igual manera, cuando afirma que

"los términos trabajo de laboratorio (expresión utilizada frecuentemente en Norteamérica), trabajo práctico (habitual en Australia y Europa) y experimentos son empleados prácticamente como sinónimos. (...) La confusión puede suscitarse en el debate sobre planes de estudio de ciencias si no se admite que no todo el trabajo práctico se realiza en un laboratorio, y que no todo el trabajo de laboratorio es experimental." (subrayado en el original)

Consideramos que hay trabajos prácticos que no necesariamente se desarrollan en el laboratorio, tal es el caso de la elaboración de modelos y maquetas, que usualmente los estudiantes desarrollan en sus casas.

Para Hodson, a menudo resulta difícil determinar en la práctica la intención de los profesores al utilizar las prácticas de laboratorio, porque no tienen clara su definición. Es por esta razón que sugiere la redefinición y la reorientación del concepto de trabajo práctico. Dado que la experimentación es un elemento fundamental en la ciencia, muchos creen que debería ser igual de esencial para la educación científica. Al asumir este hecho, los profesores y diseñadores de currículo no realizan la distinción crucial entre la práctica de la ciencia y los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, suponen que el trabajo práctico equivale a un trabajo sobre un mesón de laboratorio, y que este tipo de trabajo siempre incluye la experimentación.

Para Hodson, cualquier método de aprendizaje que exija a los estudiantes que sean activos con la idea de que aprendan mejor a través de la experiencia directa es considerado trabajo práctico; en este sentido, no siempre se necesita incluir actividades que se desarrollen en un laboratorio, sino que existen otras alternativas como la simulación de procesos en el computador, las entrevistas, el análisis de casos, las salidas de campo, las consultas en la biblioteca, los videos. Barberà y Valdés (1996) comparten las ideas expuestas por Hodson planteando que "se tomará como trabajo práctico cualquier actividad práctica realizada por

los estudiantes con orientación del maestro (interacción), que permita establecer una relación complementaria entre la teoría, el ambiente cotidiano y el trabajo en ciencias, a la luz de un cuerpo de conocimientos coherente, sin tener en cuenta el lugar en donde se desarrolle".

En resumen, consideramos el trabajo práctico como aquella actividad o conjunto de actividades en donde los estudiantes son los actores principales de su aprendizaje, basándose en la idea de la experiencia directa como eje fundamental para su desarrollo. Este tipo de actividades se encuentran planificadas de manera previa por el profesor, y la orientación durante su desarrollo varía dependiendo de los objetivos y del tipo de trabajo práctico del cual se está hablando, ya que este puede ser de naturaleza abierta o cerrada. Esto indica que sólo ciertos trabajos prácticos se desarrollan en el laboratorio y que los que se hacen allí no implican necesariamente la experimentación. Los trabajos prácticos buscan establecer una relación entre el conocimiento cotidiano y el conocimiento científico contribuyendo a la generación del conocimiento escolar.

El tipo de relación entre la teoría y la práctica depende básicamente del tipo de trabajo práctico del cual estamos hablando, ya que, en algunos casos, el TP se emplea para confirmar, comprobar o contrastar la teoría; en otros, se parte del TP para motivar el inicio de la teoría; y en otros, se realiza un proceso paralelo y combinado, contrastando los TP con la teoría. A continuación se presenta una clasificación de los trabajos prácticos tomando como referencia la definición anterior.

Clasificación de los trabajos prácticos

- Por el ámbito de realización:
  1. Trabajo práctico de laboratorio (TPL)
  2. Prácticas de campo
  3. Prácticas caseras

- Por el carácter de resolución:
  1. Abiertos (estrategias de apoyo del profesor)
  2. Cerrados (tipo receta)
  3. Semiabiertos o semicerrados

- Por sus objetivos didácticos:
  1. De habilidades y destrezas (manejo de equipos e instrumentos)
  2. De verificación (comprobación de leyes)
  3. De predicción (permiten analizar las ideas previas existentes en los estudiantes, y elaborar y contrastar hipótesis)
  4. Inductivo (pretenden llegar a una ley por medio de la observación)
  5. De investigación (procesos experimentales por descubrimiento dirigido)

- Por sus objetivos metodológicos (Miguens y Garret, 1991):
  1. Experimentos de descubrimiento guiado (conducen al juego de la

"respuesta correcta", guiado por un marco de tipo inductivo y empirista) **2.** Demostraciones (realizadas por el profesor con el fin de ilustrar la teoría y los episodios claves de la ciencia, no permiten que el estudiante tenga contacto con la experimentación) **3.** Las "experiencias" (definidas como simples experimentos de carácter exploratorio, general, cualitativo, corto y rápido; son realizadas por los estudiantes) **4.** Trabajo de campo (los estudiantes salen del aula de clase para tener contacto con su medio; son guiados por el maestro) **5.** Las investigaciones (los estudiantes están involucrados en resolver nuevos problemas abiertos o cerrados, asimilando y reconstruyendo los procesos científicos guiados por el maestro)

Dentro de lo que hemos llamado trabajos prácticos, se pueden tener en cuenta los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) y las actividades de campo como parte de la relación entre la teoría y la práctica. Los primeros han sido generalmente confundidos con actividades experimentales e inclusive con actividades prácticas (Miguens y Garrett, 1991). Sin embargo, algunos autores (Carrascosa et al., 1993), como mencionábamos antes, establecen de alguna forma la distinción entre unos y otros. Así pues, la clave de su trabajo es lograr eliminar las prácticas de laboratorio que busquen únicamente ilustrar los conocimientos transmitidos, para ser reemplazadas por actividades de investigación. Para ellos, una práctica de laboratorio que pretenda aproximarse a una investigación debe dejar de ser netamente experimental e integrar otros aspectos de la actividad científica igualmente importantes.

Interpretamos los trabajos prácticos de laboratorio como aquellas actividades que desarrollan los estudiantes, en una aula especializada o laboratorio, con la orientación permanente del profesor, sin requerir la construcción de hipótesis ni diseños experimentales que los conduzcan a procesos de experimentación (figura 1). Dichas actividades son guiadas por una fundamentación teórica previa que delimita su desarrollo en una serie de actividades planificadas –con una antelación suficiente que permita su comprensión- por el profesor o en conjunto con los estudiantes. Son de naturaleza abierta, flexible –opuesta a las guías o manuales tradicionales-, permitiendo espacios para la reflexión y el análisis, y el tiempo para su desarrollo depende del alcance de los objetivos propuestos.

Los trabajos de laboratorio de origen cerrado –en razón de que sólo tienen una vía o método de desarrollo y un resultado o destino definido al cual se va a llegar-, que mantienen una estructura rígida, que no permiten ningún tipo de modificación en su estructura, que no motivan al estudiante para que se cuestione y por el contrario le dan toda la información requerida para su desarrollo, son lo que comúnmente se llaman prácticas de laboratorio.

Ahora bien, denominamos trabajos prácticos experimentales (TPE) a los trabajos prácticos de laboratorio cuando se desarrollan como fruto de un proceso de reflexión y

análisis en torno a la resolución de un problema que implica experimentación. Ellos implican el desarrollo de una experimentación planificada en un proceso de investigación escolar dirigida (García et al., 2000). Así, los TPE relacionan de manera directa la teoría y la práctica del trabajo en el aula de ciencias, ya que cada uno de los momentos que se llevan a cabo en el proceso de investigación escolar son guiados por el cuerpo de conocimientos –de carácter científico, cotidiano o escolar- y se retroalimentan de manera continua con este.

Un proceso de investigación escolar se inicia cuando se plantea a los estudiantes un problema abierto, el cual, para ser identificado, requiere ser "fraccionado" en las variables que lo originan, que a su vez son organizadas y estructuradas en enunciados que se convierten en las hipótesis que guiarán el trabajo experimental.

Dentro del desarrollo de los trabajos prácticos experimentales, es esencial la <u>formulación de hipótesis</u> que permitan direccionar el proceso. Son las hipótesis las que focalizan y orientan la resolución, las que indican los parámetros a tener en cuenta (operacionalización) y, a la luz del cuerpo de conocimientos, las que permiten analizar los resultados y el proceso en general. En conclusión, la investigación sin hipótesis no puede ser sino puro azar, deja de ser una investigación científica.

En resumen, las hipótesis son afirmaciones que surgen a partir de variables, las cuales exigen ser demostradas, contrastadas y verificadas; por lo tanto, su formulación depende de un marco teórico que las soporte. Una hipótesis, para ser científica, requiere de ciertas condiciones:

1. Debe ofrecer una repuesta al problema que originó la investigación.
2. Debe explicar y predecir algunos hechos observables.
3. Debe relacionar, general o específicamente, una variable independiente (varía durante la investigación), con otra dependiente.
4. Debe ser conceptualmente clara y comprensible.
5. Debe presentar un valor de generalidad en el campo o sector al que se refiere.

La experimentación como consecuencia de la formulación de hipótesis es un proceso que tiene la función de comprobar o verificar la validez de las mismas; sin hipótesis no tiene sentido la experimentación. Surge como parte de un proceso organizado y estructurado, producto de una visión teórica de base. La experimentación, dentro de la metodología científica, presenta las siguientes funciones:
1. Comprobación o verificación de la validez de una hipótesis de acuerdo al cuerpo de conocimiento.
2. Aplicación práctica de la teoría, contribuyendo así al avance tecnológico.

La experimentación surge desde el momento en que se plantean las hipótesis, ya que a partir de allí se han identificado las variables que se contrastarán mediante el experimento.

Barberà y Valdés (1996) afirman que existe una relación interdependiente e interactiva entre los procesos de experimentación y la teoría en la construcción de conocimientos

científicos, pues los experimentos ayudan a construir la teoría, y la teoría determina el tipo de experimento que se debe realizar.

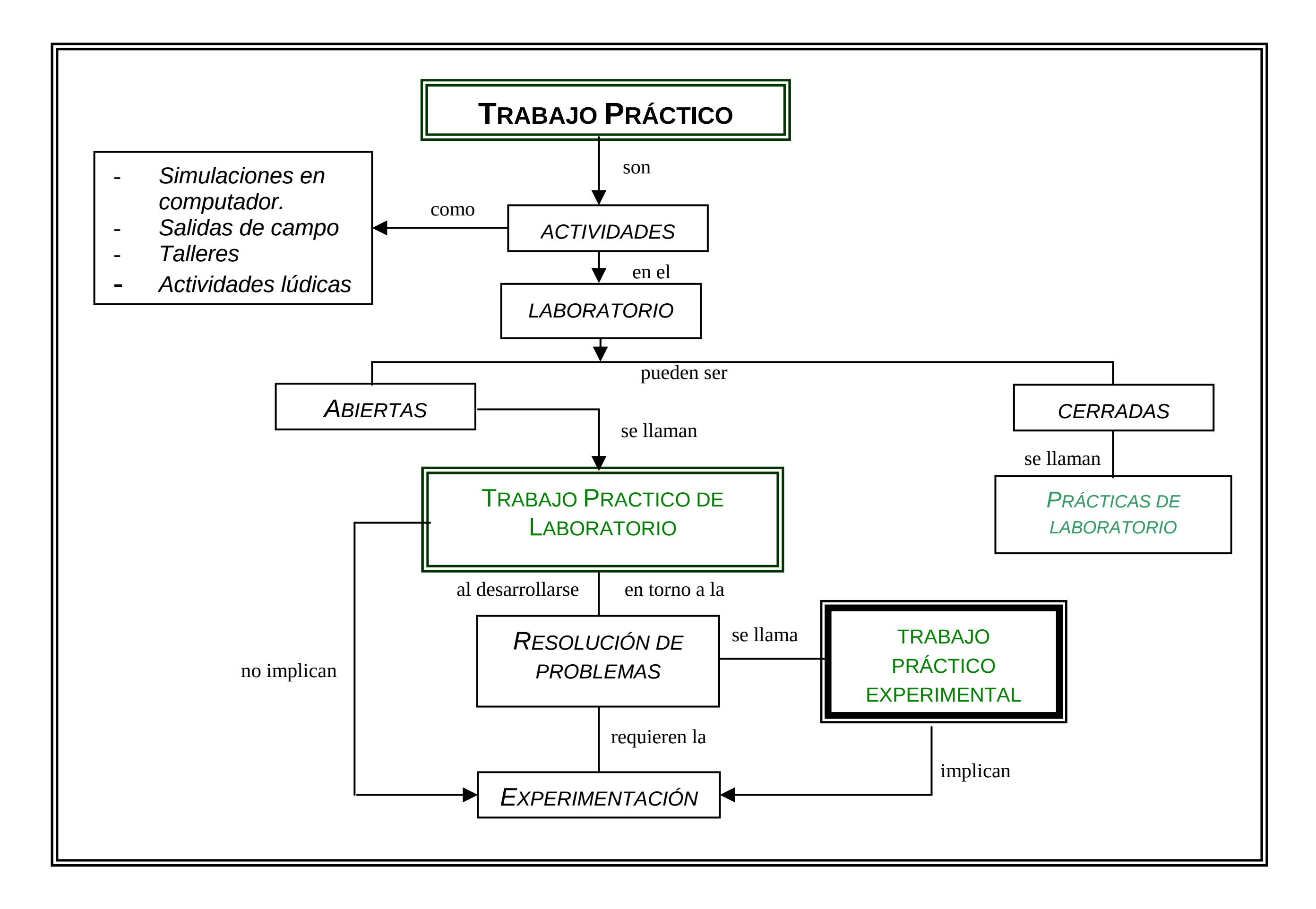


Figura 1. Representación de los trabajos prácticos desarrollados en ciencias naturales.

Un diseño experimental es un conjunto de instrucciones que deben ser seguidas cuidadosamente para que el investigador reúna los datos que se necesitan y los analice en una determinada forma. El diseño experimental nos debe dar la mayor cantidad de información confiable.

A partir de esto, el experimento puede ser considerado como el desarrollo del diseño experimental. Históricamente se han considerado experimentos de dos tipos:

1. Un experimento imaginario, o experimento "del pensamiento" o mental, que fue considerado como un proceso en el cual no se efectúan operaciones o actividades mecánicas, sino que incluye estructuras analíticas y matemáticas de los conceptos teóricos que pueden verificar las hipótesis propuestas:

"En este sentido las leyes de la ciencia y el experimento controlado no se refieren a cuerpos reales, sino a abstracciones que se mueven en un espacio hipotético con propiedades propias, en un mundo que podemos manejar a voluntad." (Holton, 1993)

2. Un experimento real es considerado como un proceso donde se realizan operaciones o actividades manuales y mecánicas, empleando instrumentos que introducen cierto grado de imprecisión e incertidumbre.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS VISTOS DESDE DIFERENTES FORMAS DE INTERPRETAR LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIAS

A continuación se presentan algunas características de tres de los modelos que mayor influencia han tenido en la enseñanza de las ciencias naturales, el aprendizaje por transmisión-recepción, el aprendizaje por descubrimiento autónomo y el aprendizaje constructivista. En cada uno de estos se analizarán las interpretaciones que se tienen en torno a los tipos de trabajos prácticos que se desarrollan normalmente en las aulas. Vale la pena aclarar que en la actualidad es muy difícil encontrar, en la práctica docente cotidiana, alguno de estos modelos "puros". Por el contrario, se ha observado que los profesores de ciencias recurren en repetidas oportunidades a desarrollar actividades de diversa naturaleza, acercándose cada vez más a un eclecticismo consciente y aceptado como la mejor manera de realizar su trabajo, ya que se considera que "es mejor no casarse con ningún modelo en particular" (García et al., 2000).

Enseñanza por transmisión-recepción

En general carece de trabajos prácticos de laboratorio, y menos de experimentación, y en caso de existir ciertas actividades prácticas son de carácter demostrativo y magistral, con una gran carga de aprendizaje técnico o la comprobación de lo visto, previamente, en una explicación teórica (Fernández y Elortegui, 1996).

En este modelo, las prácticas de laboratorio representan un complemento de la enseñanza verbal; se persigue una oportunidad para el desarrollo manipulativo, para la verificación o la comprobación de la teoría y para el dominio y el cálculo de errores matemáticos. Los trabajos prácticos se caracterizan por ser cerrados y emplean instrumentos especializados sin conocerse muchas veces su función. Estas prácticas no se conciben para el alcance de unos objetivos didácticos en particular, sino por el contrario como requisito que se debe cumplir al enseñar ciencias.

Algunos de los objetivos que plantean los profesores para el trabajo práctico en relación con este modelo se han identificado mediante entrevistas e instrumentos escritos (Hodson, 1994; García et al., 2000):

1. Para motivar, ya que estimulan el interés y son entretenidos.

2. Para desarrollar determinadas actitudes científicas, tales como la consideración de las ideas y sugerencias de otras personas, la objetividad y la buena disposición para no emitir juicios apresurados.
3. Para mejorar e intensificar el aprendizaje del conocimiento científico.
4. Para adiestrarse en el método científico.
5. Para enseñar las técnicas de laboratorio.
6. Para desarrollar la capacidad de llevar a cabo investigaciones científicas y obtener experiencia para ello.

Y es que, tradicionalmente, los argumentos que se han dado a favor del trabajo práctico como un medio para desarrollar las destrezas de laboratorio han sido de dos tipos. En primer lugar, se encuentran aquellos relacionados con la adquisición de una serie de habilidades generalizables y libres de contenido, que se cree son transferibles a otras áreas de estudio y válidas para todos los estudiantes como un medio para enfrentar problemas de tipo cotidiano. En segundo lugar, están los argumentos acerca de desarrollar las técnicas de investigación básicas, consideradas como esenciales para futuros científicos y técnicos.

Enseñanza y aprendizaje por descubrimiento

Este modelo enfatiza la adquisición de conocimientos y habilidades por parte del estudiante de manera autónoma y bajo sus propios intereses. El objetivo de los trabajos prácticos es poner al estudiante en situaciones que le permitan practicar el método científico, realizando proyectos en donde el profesor es el guía. Este tipo de actividades carece de experimentación y se aproxima más a los trabajos prácticos de laboratorio, ya que los estudiantes pueden abordar la situación planteada como mejor crean conveniente. El problema que se presenta es la falta de preparación que tienen los estudiantes cuando se involucran en situaciones que se salen de la competencia de la disciplina que están estudiando y terminan haciendo “un poco de todo”.

El estudiante, mediante la experiencia, “descubre” leyes y teorías; en este modelo, los trabajos son de carácter inductivo, abiertos y semiabiertos. El querer llegar a una solución única los convirtió en un proceso dirigido.

Dentro de los objetivos que tiene el trabajo práctico están:

1. Lograr que los estudiantes aprendan más sobre los fenómenos que indagan, porque tienen tiempo y pueden manejarlos completamente.
2. Adquirir algunas de las técnicas que los científicos utilizan para idear y planificar su trabajo.
3. Aprender que el funcionamiento de la ciencia se basa en pensar, suponer e intentar cosas que pueden dar resultado.

Aprendizaje constructivista

En este modelo, se concibe el aprendizaje como un proceso individual, dinámico y significativo, es decir, que relaciona los conocimientos previos que tienen los estudiantes

con los conocimientos nuevos de una manera interactiva y contextualizada. Desde este punto de vista, un papel atractivo para el trabajo práctico sería su capacidad de promover el cambio conceptual; se desea que el trabajo en el laboratorio proporcione a los estudiantes la oportunidad de cambiar sus creencias superficiales por enfoques científicos más sofisticados sobre los fenómenos naturales (Barberà y Valdés, 1996).

El trabajo práctico presenta los siguientes objetivos específicos:

1. Proporciona experiencia directa sobre los fenómenos (experiencia científica, episodios), haciendo que los estudiantes aumenten su conocimiento tácito y su confianza acerca de los sucesos y eventos naturales.
2. Permite contrastar la abstracción científica al enfatizar la condición problemática del proceso de construcción de conocimiento, superando algunos de los obstáculos epistemológicos que la historia de la ciencia estudia y que son omitidos por la mayoría de los profesores de ciencias.
3. Produce la familiarización de los estudiantes con elementos de carácter tecnológico, desarrollando su competencia técnica.
4. Desarrolla el razonamiento práctico.

Los experimentos científicos escolares juegan un papel importante en el proceso del desarrollo de los conocimientos. El aprendizaje es un proceso dinámico en el cual los estudiantes construyen el significado de forma activa, partiendo de sus experiencias reales en conexión con sus conocimientos anteriores. Esto implica no sólo factores personales sino también sociales, como la comunicación y la cooperación (de Jong, 1998).

Desde la perspectiva constructivista social y personal encontramos ciertas actividades que implican el uso de la experimentación (de Jong, 1998):

1. Los profesores, antes de actuar como transmisores de conocimientos y habilidades, deberían ser guías que faciliten los procesos de aprendizaje, creando condiciones que permitan el cambio conceptual.
2. Los profesores deberían informarse sobre las preconcepciones y habilidades de los estudiantes, así como sobre sus dificultades para entender temas científicos y para resolver problemas prácticos.
3. Los profesores deberían centrar su atención en aspectos sociales del aprendizaje (trabajo en grupos), compartiendo material y cooperando en la realización de los experimentos.
4. Finalmente, la más importante implicación, la elección de experimentos para el aula que den a los estudiantes experiencia en:
- Formular preguntas basándose en conocimientos previos.
- Proponer soluciones probables.
- Comprobar estas soluciones.
- Compartir y discutir los procedimientos y las soluciones finales.

Últimamente se han venido planteando propuestas para que se reduzca cada vez más la distancia entre la realización de trabajos prácticos, el trabajo teórico y el planteamiento de problemas en las clases de ciencias, buscando llegar a un proceso unificado, es decir, como

un solo sistema de trabajo escolar (Gil-Pérez et al., 1999; García et al., 2000). Es esto lo que pretendemos plantear a continuación.

LOS TRABAJOS PRÁCTICOS EXPERIMENTALES Y SU IMPLEMENTACIÓN

Durante mucho tiempo se ha venido investigando en didáctica de las ciencias cómo mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, haciendo esfuerzos por mejorar su comprensión a nivel conceptual. Asimismo se ha realizado un gran esfuerzo por generar en los estudiantes un espíritu de aproximación al trabajo científico desde el trabajo experimental, y posteriormente una reconceptualización del trabajo en ciencias que permitiera un mejor manejo de la resolución de problemas y por ende un mejor aprendizaje. Son muchas las investigaciones que se han desarrollando analizando por separado el trabajo teórico, los trabajos prácticos y la resolución de problemas, con lo cual se ha fragmentado el estudio del aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

Trabajos recientes han tratado de unificar la teoría y la práctica en una propuesta basada en la resolución de problemas bajo los preceptos teóricos del aprendizaje por investigación. En estas propuestas se desarrollan los aspectos teóricos y prácticos de las ciencias como un proceso de investigación dirigida (Gil-Pérez y Valdés, 1995; García et al., 2000). De esta manera, la resolución de problemas en ciencias desde hace algunos años ha adquirido un estatus más estructurado, ya que no sólo se ha presentado como alternativa de evaluación, de confirmación de la teoría, de elemento motivacional, sino que ha despertado gran interés, en primer lugar al ser considerada como unos de los fines de la educación científica junto con el desarrollo de destrezas experimentales, y en segundo lugar en procesos más complejos, por ejemplo, en tomarlo como eje que soporta el proceso de investigación en la escuela, logrando de esta manera un cambio cultural en torno al aprendizaje de las ciencias que propende a cambios de tipo conceptual, procedimental, actitudinal y valorativo.

La resolución de problemas como investigación escolar se ha venido fortaleciendo en los procesos de educación científica, con ayuda de disciplinas como la epistemología y la didáctica de las ciencias, pues ellas reconocen que el objetivo de las ciencias no es otro que el abordaje de problemas y que la enseñanza de las ciencias debe tener como fundamento la formación de actitudes científicas mediante procesos de investigación escolar (García, 2000). Como aplicación de esta idea, buena parte de las nuevas propuestas curriculares en el contexto latinoamericano se han venido organizando en torno a la resolución de problemas o incluyéndolo como referente obligatorio, con el fin de permitir a los estudiantes desarrollar su metodología y técnicas de investigación y así desempeñarse mejor en la resolución de problemas de la cotidianeidad. La enseñanza de la resolución de problemas como investigación escolar se vincula con la realidad cotidiana de los estudiantes, ocupando el lugar intermedio entre el pensamiento del estudiante y el pensamiento del mundo de la ciencia (Pozo y Gómez Crespo, 1998).

La intención principal de este capítulo, más que presentar una descripción de los trabajos prácticos, es la de reflexionar sobre las actividades que desarrollamos a diario y que, por diversas circunstancias, se realizan de manera separada en términos de tiempo y espacio. Se

generan en los estudiantes ideas erradas sobre la ciencia misma y sobre la forma en que esta se ha construido, e inclusive en nosotros mismos, ya que la costumbre y la rutina generan ciertas ideas que un día llegamos a "creer": las ciencias naturales no requieren el trabajo práctico para ser enseñadas eficientemente, el estudiante comprende las ciencias naturales sin experimentación, se puede aprender ciencias con imágenes abstractas y con poca relación con el medio en el cual se desenvuelven los estudiantes... ¿Desde qué punto de vista estamos observando la construcción del conocimiento escolar?

Al introducir los trabajos prácticos experimentales mediante este escrito no pretendemos sólo introducir un término más, sino generar un proceso de crítica y reflexión sobre las actividades que se llevan a cabo de manera cotidiana y presentar una forma alternativa de mirarlas y desarrollarlas. Así pues, lo que se describe a continuación corresponde a un proceso desarrollado con estudiantes de secundaria en contextos reales; las propuestas son producto de la interacción entre un grupo de profesores y los estudiantes que participaron en estas.

Para lograr que los estudiantes aborden un problema en ciencias y lleguen a identificarlo, se requiere tanto de unos conocimientos previos de carácter teórico como de ciertas técnicas experimentales básicas, que les permitan identificar las variables que se constituyen como sus posibles orígenes. Estos conocimientos pueden ser generados mediante diversas actividades que dependen básicamente de los objetivos que se ha planteado el profesor; se pueden recurrir a consultas extraclase de manera previa y al análisis posterior del grupo clase con la orientación del profesor, a preguntas y actividades que generen cierto conflicto con lo que el estudiante conoce previamente, desarrolladas en clase bien de forma individual o en pequeños grupos, etc. Se parte de la idea de que toda observación y análisis de una situación particular se soporta en unos referentes teóricos o cuerpo de conocimientos, bien sean de carácter cotidiano, escolares o científicos (figura 1).

De esta manera, cuando los estudiantes se enfrentan a un proceso en el cual, guiados por una fundamentación teórica sólida, se identifica un problema reconociendo sus variables, pueden generar ciertas posibles explicaciones que se llegan a constituir en hipótesis, planteándose así las bases para el inicio de la experimentación. Así, al momento de identificar de qué depende y de qué no depende un determinado problema, se fortalece el desarrollo del pensamiento hipotético-deductivo, tan necesario para el aprendizaje de las ciencias, de igual manera que cuando se analizan los casos extremos o límite de una situación determinada. No es suficiente contarles a los estudiantes lo que ocurre cuando se calienta azúcar, ni entregarles una guía diciéndoles lo que va a pasar, ni cómo hacerlo; hay que ir más allá, crear una situación que los cuestione y los motive a enfrentarse a ella para resolverla, y poco a poco involucrarlos en un proceso de investigación que los atraiga, como sucede con los científicos.

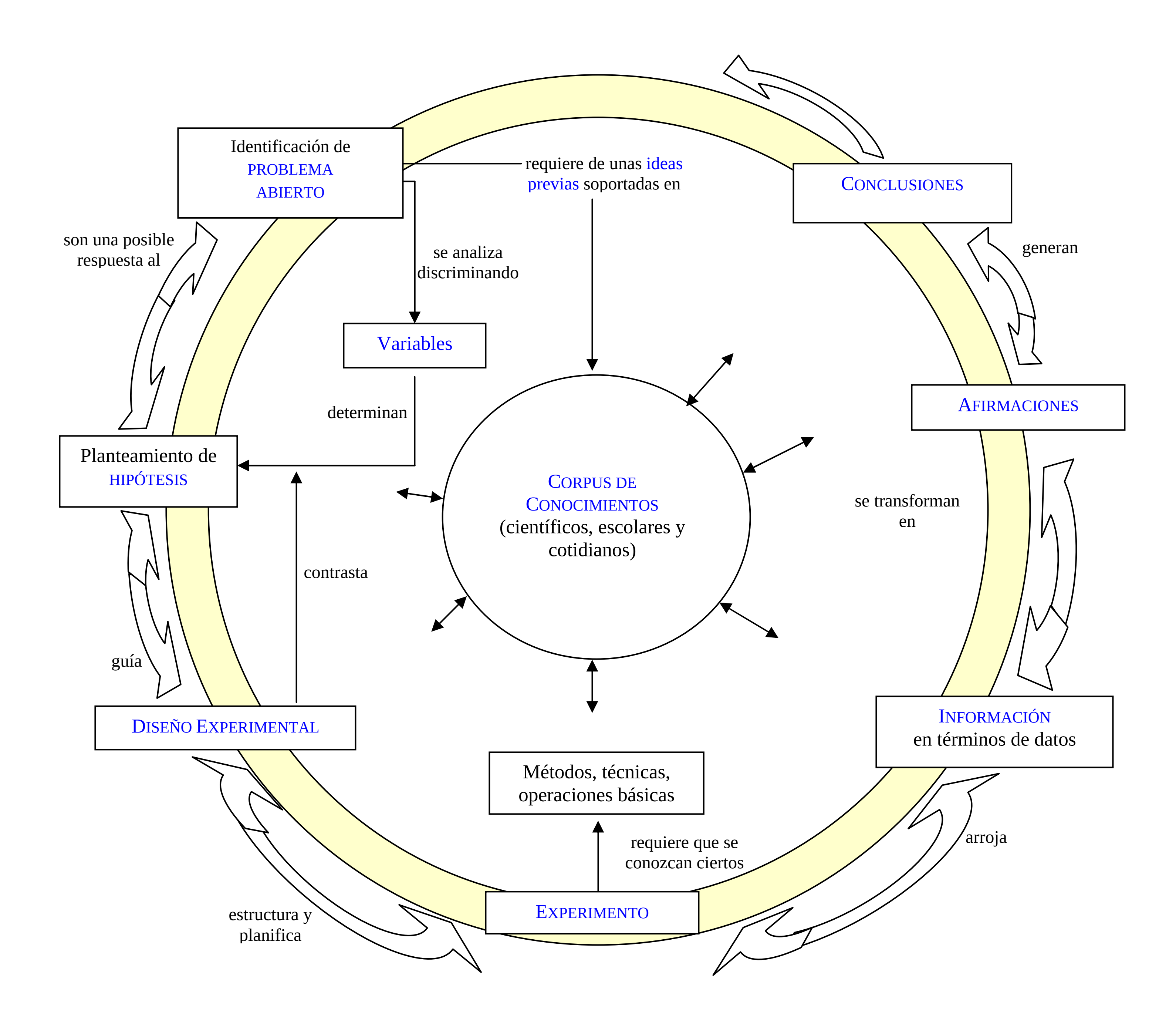


Figura 2. Ciclo del proceso de investigación escolar.

Lo anterior no implica que para cada actividad o cada problema que se plantee en el aula deba desarrollarse un proceso de investigación escolar; esto depende de los objetivos que haya presupuestado el profesor y de las inquietudes del grupo clase. El profesor es quien determina qué situación puede o no abordarse como un problema escolar a investigar, ya que una misma actividad puede servir para conseguir objetivos muy diferentes según la

orientación que se desee darle, el grado escolar de los estudiantes, el nivel de profundidad e inclusive los mismos materiales y reactivos con los que se cuente. De igual manera, hay diferentes niveles de complejidad en los problemas, como veremos en el ejemplo.

Así, en el momento de la planeación de los problemas a los cuales se enfrentarán los estudiantes en el desarrollo del curso, deben plantearse de manera precisa los objetivos que se pretenden alcanzar con cada uno. Lo anterior es indispensable, ya que en el momento de realizarlos, los estudiantes deben ser orientados de manera adecuada. Esto no quiere decir que las actividades no puedan ser modificadas; por el contrario, se debe motivar a los estudiantes para que ellos hagan sus propios diseños y propuestas. Lo que se plantea es que las propuestas alternativas ayuden y permitan el logro de los objetivos.

Todo diseño, previo al trabajo en el laboratorio, de un TPE que planteen los estudiantes debería estar estructurado teniendo en cuenta los conceptos teóricos, el problema, sus hipótesis y el diseño experimental. Este último incluye la descripción de los experimentos que se desarrollarán, tablas para la información que se requiere obtener, así como la descripción de los materiales y reactivos a emplear, sus usos y peligros, y en general las medidas básicas de seguridad que se deben tener en cuenta. Cada uno de estos aspectos se analizarán y discutirán en pequeños grupos (de tres a cuatro estudiantes) y luego se realizará una puesta en común en el grupo clase en pleno, de tal manera que los estudiantes tengan la posibilidad de exponer sus puntos de vista y cuestionar otros. Pueden desarrollarse diferentes diseños experimentales para su desarrollo. Depende del grupo clase establecer cuál se realizará. En cada uno de estos momentos cumple un papel importante el diálogo permanente y el cuestionamiento que haga el profesor, buscando siempre la motivación, el trabajo en equipos y la reflexión crítica.

Una herramienta útil para organizar cada uno de los aspectos involucrados en el proceso de investigación ilustrado en la figura 2, es el diagrama heurístico de Gowin (Novak y Gowin, 1988). Los estudiantes pueden elaborar sus informes valiéndose de este instrumento; de igual manera, el profesor de ciencias puede orientarse con él al momento de evaluar el trabajo desarrollado. Es importante mencionar que actividades de esta naturaleza deben ser evaluadas de manera cualitativa y con un seguimiento permanente, ya que de no ser así perderían su esencia.

Ejemplo: SEPARACIÓN DE MEZCLAS

<u>¿Cómo determinar el porcentaje de cada uno de los componentes presentes en una mezcla?</u>

- ¿Cómo determinar la cantidad de alcohol en una muestra homogénea? Proponga un diseño experimental.

<u>Comentario</u>

En este ejemplo, hemos extraído la parte inicial de un proceso de investigación escolar, ya que para ser abordado en su totalidad requiere de otras actividades

posteriores. Así, este problema se presenta con lecturas y reflexiones que le permiten al estudiante comprender por qué estudiar y abordar este tipo de situaciones y qué relación guardan con su desempeño habitual y cotidiano.

Obsérvese que el problema general puede plantearse a estudiantes de un curso de química básica en la universidad; todo depende de los objetivos y de las otras variables antes mencionadas.

Como se puede apreciar, el primer problema es más amplio y a la vez más complejo que el segundo. Así, para analizar el primero se han planteado otros más simples a fin de irlo abordando de manera progresiva. La comprensión del enunciado requiere que los estudiantes tengan unos conocimientos teóricos y técnicos básicos en el momento de realizar el diseño experimental.

Para esta actividad, los estudiantes pueden colocar, durante dos semanas como mínimo, cáscara de piña en agua con un poco de panela para realizar un proceso de fermentación. Luego de tener lista la muestra, se procede a separarla por medio de una destilación. Se debe incluir el concepto de punto de ebullición, así como el fundamento de este método de separación.

- ¿Cómo separar los componentes de cada una de las mezclas entregadas?

Comentario

Las mezclas presentadas a los estudiantes son:

- Mezcla de colorantes.
- Arena, piedras, harina.
- Líquidos de diferentes densidades.
- Agua y almidón.

Con estas mezclas, se pretende que el estudiante conozca varios métodos de separación, como son la cromatografía, el tamizado, el centrifugado, etc.

- ¿Cómo determinar el porcentaje de cada uno de los componentes de la muestra entregada, teniendo en cuenta que está compuesta por arena, sal común y cloruro de amonio?

Comentario

Para la separación de la mezcla, primero se debe pesar la muestra y luego hacer un calentamiento de ella para que se sublime el cloruro de amonio. Se adiciona agua para que la sal se disuelva y se separa por filtración. Posteriormente se debe calentar la sal disuelta para que se pueda evaporar el agua y determinar su masa. Finalmente se pesa la arena completamente seca y por diferencia de la masa total se halla la cantidad de cloruro de amonio presente.

En este último problema se requiere que los estudiantes manejen una serie de conocimientos teóricos, técnicos (operaciones básicas de laboratorio) y metodológicos para poder abordar la situación. De igual manera ellos realizan ejercicios para determinar la precisión, la exactitud y los márgenes de error en el proceso desarrollado.

CONCLUSIONES

La evolución de los trabajos prácticos en la educación en ciencias ha estado influenciada por un marco histórico y epistemológico que permite dar una visión general de lo que ellos buscan y de cada uno de los modelos didácticos mediante los que han sido aplicados. Inicialmente se tuvieron en cuenta los trabajos prácticos y los trabajos prácticos de laboratorio como una forma de mostrar a los estudiantes cómo trabajaban los científicos, de tal manera que se visualizaban como algo abstracto e inalcanzable, pues eran manejados directamente por el profesor en forma de cátedra y con énfasis ilustrativo y demostrativo.

Luego la evolución nos muestra que cada día los estudiantes interactúan más y se hacen más partícipes de su propia formación científica; los trabajos prácticos son cada vez más abiertos, intentando involucrar al estudiante en un proceso de investigación lo más fiel a los procesos de investigación científica.

El profesor de ciencias debería ser consciente de que el estudiante no puede llegar con facilidad a la comprensión de conceptos que se han venido desarrollando durante siglos. Es así que actualmente la investigación especializada propone un cambio en el tratamiento de los trabajos prácticos que los haga más coherentes con la propia epistemología de las ciencias y con la visión constructivista del aprendizaje, permitiendo procesos creativos y cognitivos.

La idea subyacente a estas orientaciones es que puede introducirse un paralelismo entre el proceso de enseñanza y aprendizaje y la actividad de investigación científica. Este tipo de trabajo práctico requiere integrar técnicas, ilustraciones paradigmáticas, tratamiento de los datos, diseño de experimentos, resolución de problemas, pequeñas investigaciones, desarrollo de conceptos; todo ello a través de un proceso orientado por el profesor.

Este trabajo práctico experimental (TPE), al ser abordado como un problema de investigación bajo los preceptos teóricos del modelo de resolución de problemas por investigación, es lo que en este capítulo denominamos proceso de resolución de problemas experimentales; como actividad de investigación, es una de las alternativas que ofrece la didáctica de las ciencias. Esta disciplina ha permitido la elaboración de un nuevo modelo para la enseñanza de las ciencias teóricamente fundamentado, el cual se encuentra tan alejado de las propuestas de transmisión verbal como de aquellas que plantean el aprendizaje como un descubrimiento inductivo y autónomo.

El trabajo desarrollado mediante la resolución de problemas experimentales ha permitido que tanto profesores como estudiantes conozcan perspectivas alternativas para mejorar el estudio de las ciencias naturales. Son diversas las ventajas que presenta esta forma de trabajo en la enseñanza de las ciencias: desde el punto de vista del profesor, le permite ser más autocrítico y reflexivo, ya que la estructuración de cada uno de estos problemas no se hace de un momento a otro y el resultado de la aplicación con cada uno de los grupos es diferente. Esto ubica al profesor más en una posición de creador, generador, investigador que de simple transmisor, facilitando inclusive un proceso de cambio didáctico al momento de enseñar ciencias (García et al., 2001). Le facilita acercarse más a los estudiantes sin el temor de ser cuestionado o señalado por "no saberlo todo", generando la imagen de un proceso de construcción colectiva más que individual y "de genios". El hecho de llevar un seguimiento permanente por parte del profesor y de los estudiantes facilita el análisis del proceso y su respectiva evaluación, potenciando la reconstrucción, destacando debilidades y fortalezas de lo desarrollado. De igual manera, esto permite generar nuevas variaciones a los problemas planteados o crear nuevos problemas que merezcan ser abordados, bien por su fácil comprensión o por ser más innovadores.

En cuanto a los estudiantes, son variadas las ventajas, ya que van desde lo más "simple" del acto educativo, como lo es el hacerlos partícipes de su aprendizaje y no simples espectadores, hasta convertirlos en generadores de sus propias actividades que les ayudarán a comprender las ciencias y su naturaleza. Se crea un espacio donde se les facilita más el preguntar, el cuestionar y el proponer actividades nuevas, porque ahora su papel es diferente. Con lo anterior se ayuda a propiciar el cambio en la forma de ver las ciencias y su construcción, favoreciendo la desmitificación de estas como verdades absolutas, incuestionables y eternas. Los estudiantes se acercan así al proceso metodológico de la ciencia, es decir, al cómo se hace, y se fortalece la visión del qué se hace, llevando de esta manera a una posición de cambio que no se centra sólo en los conocimientos de la ciencia por sí mismos, sino en los procesos que se dan para llegar a ellos.

BIBLIOGRAFÍA

Barberà, O. y Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: Una revisión. Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 365-379.

Carrascosa, J., Gil-Pérez, D. y Payá, J. (1993). La transformación de las prácticas de laboratorio de física y química: Un ejemplo de formación del profesorado coherente con las concepciones constructivistas. Enseñanza de las Ciencias, número extra IV Congreso, 221-222.

De Jong, O. (1998). Los experimentos que plantean problemas prácticos en las aulas de química: Dilemas y soluciones. Enseñanza de las Ciencias, 16(2), 305-314.

Fernández, J. y Elortegui, N. (1996). ¿Qué piensan los profesores acerca de cómo se debe enseñar? Enseñanza de las Ciencias, 14(3), 331-342.

García, M.Á. (2000). El cambio didáctico de las concepciones y prácticas docentes en torno a la resolución de problemas en química: Un estudio dirigido al diseño de propuestas de aplicación en el aula. Proyecto de investigación financiado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

García, M.Á., Díaz-Granados, S., Devia, R. y Trujillo, R. (2000). La unificación del trabajo teórico, el trabajo práctico de laboratorio y la resolución de problemas en química: Una propuesta desde el estudio de la discontinuidad de la materia. Actas del II Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales, CD-ROM.

García, M.Á., Díaz-Granados, S., Devia, R. y Trujillo, R. (2001). El proceso de cambio didáctico de las concepciones y prácticas docentes en profesores de química en ejercicio. Enseñanza de las ciencias, número extra VI Congreso, 417.

García, S., Martínez, C. y Mondelo, M. (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. Enseñanza de las Ciencias, 16(2), 353-366.

Gil-Pérez, D., Carrascosa, J. y Furió, C. (1991). Las prácticas de laboratorio de los alumnos y profesores de ciencias. Barcelona: Horsori.

Gil-Pérez, D., Furió, C., Valdés, P. y otros (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? Enseñanza de las Ciencias, 17(2), 311-319.

Gil-Pérez, D. y Valdés, P. (1995). Contra la distinción clásica entre "teoría", "prácticas experimentales" y "resolución de problemas": El estudio de las fuerzas elásticas como ejemplo ilustrativo. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, 9, 3-25.

Gil-Pérez, D. y Valdés, P. (1996). La orientación de los trabajos prácticos de laboratorio como investigación. Un ejemplo ilustrativo. Enseñanza de las Ciencias, 14(2), 155-163.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Enseñanza de las Ciencias, 12(3), 299-313.

Holton, G. (1993). Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas. Barcelona: Reverté.

Insausti, M.J. (1997). Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad. Enseñanza de las Ciencias, 15(1), 123-130.

Llorens, M. y Moreno, J. (1993). El desarrollo de nuevos recursos experimentales como actividad de formación del profesorado. Una propuesta para la educación secundaria obligatoria. Enseñanza de las Ciencias, número extra IV Congreso, 89-90.

Novak, J.D. y Gowin, J. (1988). Aprendiendo a aprender. Barcelona: Martínez Roca.

Miguens, M. y Garret, R. (1991). Prácticas en la enseñanza de las ciencias, problemas y posibilidades. Enseñanza de las Ciencias, 9(3), 229-236.

Pozo, J.I. y Gómez Crespo, M.Á. (1998). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Morata.

Payá, J. (1990). Los trabajos prácticos de Física y de Química: Un análisis crítico y una propuesta fundamentada. Valencia: Universitat de València.

Pedrajas, C. y Velasco, J. (1997). Trabajos prácticos con ordenador en el laboratorio de ciencias: Su influencia en aprendizaje de los alumnos. Enseñanza de las Ciencias, número extra del V Congreso, 261-262.

Quintanilla, M. e Izquierdo, M. (1997). El lenguaje de los estudiantes de secundaria y la construcción del experimento escrito: El caso de las reacciones químicas entre el ácido nítrico y ciertos metales en su estado elemental. Enseñanza de las Ciencias, número extra V Congreso, 211-213.